

УДК 540:001

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МЕТАЛЛОВ В ВОДНОЙ СИСТЕМЕ ИРТЫШ–ТОБОЛ

Г.С.Аширбакиева, Н.М.Просвиркина, Т.В.Ривкина  
Тобольская биологическая станция РАН  
626150, Тобольск, Войкова, 16. Лаборатория “Экотоксикология”  
gulsem76@mail.ru

Поступила в редакцию 10 ноября 2005 г.

Дана сравнительная оценка загрязнения водной системы Тобол-Иртыш металлами. Представлены сведения о содержании металлов в воде, их распределение в зависимости от места отбора. Сделан вывод о том, что донные отложения являются идеальными природными адсорбентами, обеспечивающими самоочистку водной системы от тяжелых металлов. Полноту самоочищаемости водной системы можно подтвердить, проведя исследование тканей рыб-индикаторов на содержание ионов металлов.

**Ривкина Татьяна Валентиновна** – доцент, кандидат химических наук, заведующая лабораторией “Экотоксикология” Тобольской биологической станции (ТБС) РАН.

**Область научных интересов:** химия полимерных соединений (полиуретаны).

**Автор 44 публикаций и 3 авторских свидетельств.**

**Аширбакиева Гульсем Салимовна** – научный сотрудник лаборатории “Экотоксикология” ТБС РАН, аспирант кафедры промышленной экологии Тюменского государственного нефтегазового университета.

**Область научных интересов:** водоподготовка (доочистка питьевой воды с применением электрических переменных, постоянных, импульсных полей).

**Автор 7 публикаций.**

**Просвиркина Надежда Михайловна** – инженер лаборатории “Экотоксикология” ТБС РАН.

**Область научных интересов:** химический мониторинг поверхностных вод.

**Автор 1 публикации.**

**“Вода – больший дефицит, чем энергия. У нас есть альтернативные источники энергии, но альтернативы воде нет”**  
**Юджин О’Дум**

Вода является неотъемлемой частью любого наземного биогеоценоза и биосферы в целом. Она выполняет ряд экологических функций, обеспечивает стабильность биосферы и саму возможность существования жизни на Земле. Вода, являясь универсальным растворителем, принимает давление потока техногенных выбросов, выполняя важнейшую роль своеобразного буфера и детоксиканта между организмом и окружающей средой [1].

Общий гидрохимический облик вод Иртыш-Тобольского водного бассейна определяют следующие компоненты: гидрокарбонат-ион, кальций, магний, азотные соединения, металлы, а также общая минерализация, жесткость и окисляемость. Географическое расположение Иртыша и высокая концентрация предприятий цветной металлургии (Республика Казахстан, Челябинск), нефтехимических производств и производств органического синтеза (Омская, Курганская и Челябинская области, Тюмень, Тобольск) позволяют считать регион Иртыш-Тобольского водного бассейна регионом экологического риска.

Оценить влияние техногенного выноса загрязнений в русловый сток Иртыш-Тобольского

водного бассейна – задача химического мониторинга водного бассейна.

При микроэлементном загрязнении окружающей среды неизбежно усложняются природные формы патологии организма. К числу самых опасных и распространенных поллютантов относятся металлы. В тоже время, металлы как микроэлементы являются неотъемлемой частью живого организма. Причинами патологических состояний могут быть как избыточное поступление, так и дефицит жизненно необходимых микроэлементов. Отличительная особенность их как загрязнителей – устойчивость и увеличение концентрации при переходе по трофическим цепям. В отличие от органических токсикантов металлы практически вечны, так как не разрушаются под действием природных факторов.

При попадании металлов в воду происходит изменение химических форм соединений, содержащих металлы, аккумуляция в живых организмах, донных отложениях методом сорбции [2].

В статье систематизирован материал, собранный на Тобольской биологической станции РАН на базе лаборатории “Экотоксикологии” по опробованию поверхностных вод за период 2000-2004 г. на наличие металлов. Перечень станций, ведущих мониторинг, приведен в табл. 1. В этих точках ежемесячно осуществляли отбор проб воды, и в ней определяли концентрацию металлов.

Таблица 1.

Станции по бассейну речной системы Иртыш-Тобол

Станция	Место расположение	Дата открытия
деревня Дурынино	р. Иртыш	1995 г.
деревня Медянки	устье р. Тобол	1999 г.
деревня Сорокино	р. Тобол	1999 г.
Миссия	р. Иртыш	2001 г.
деревня Вторые Салы	р. Иртыш	2002 г.

Определение концентраций металлов в поверхностных водах до 2003 года осуществляли флуориметрическим методом, основанным на измерении интенсивности флуоресценции при определении ионов железа (суммарное содержание  $Fe^{2+} + Fe^{3+}$ ), меди ( $Cu^{2+}$ ), кадмия ( $Cd^{2+}$ ) и регистрации свечения хемилюминесценции при определении ионов хрома ( $Cr^{3+}$ ) с помощью прибора “Флюорат 02-3”. С 2004 года измерение массовой концентрации ионов металлов осуществляли атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией пробы на спектрофотометре “Спираль – 17”, оснащенном вольфрамовым спиральным атомизатором.

Среднегодовое содержание металлов по станциям водной системы Иртыш-Тобол представлено на рис. 1 и в табл. 2.

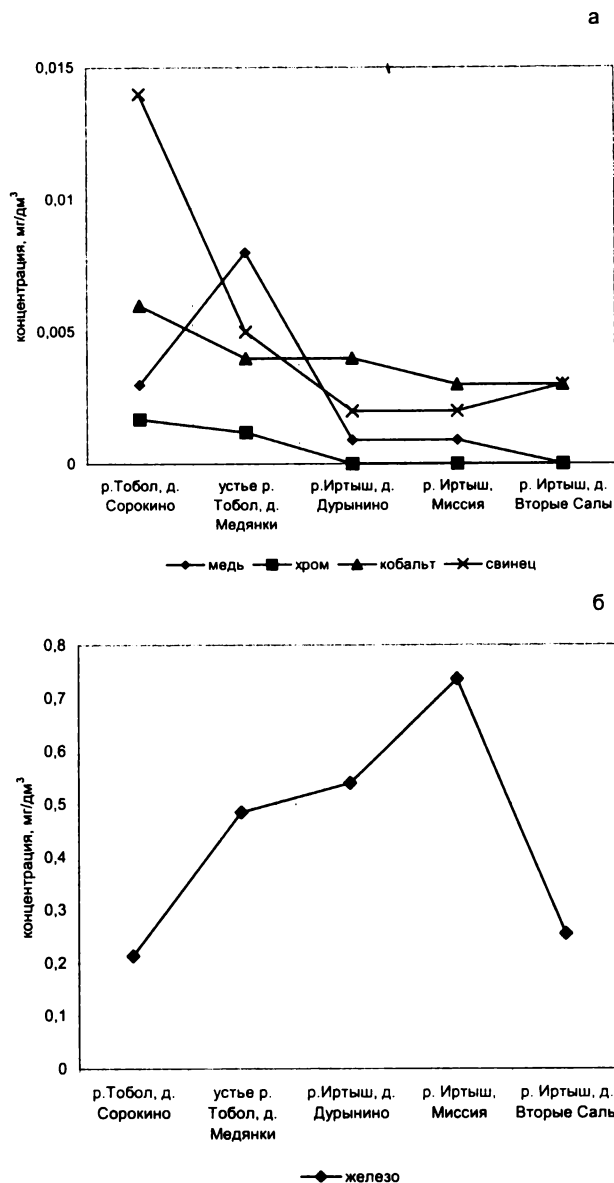


Рис.1. Среднегодовое содержание металлов по станциям водной системы Иртыш-Тобол за 2004 г.

Полученные данные показывают, что концентрации металлов (исключение составляет железо), в пробах воды не превышают предельно допустимых норм Всемирной Организации Здравоохранения (в  $мг/дм^3$ ): Cd - 0,003; Cu - 2; Fe - 0,3; Ni - 0,02; Cr - 0,05; Mn - 0,1; Al - 0,2; Pb - 0,01. Эти результаты объясняются высоким содержанием гумусовых веществ (ГВ) болотного и почвенного происхождения в воде Иртыш-Тобольского бассейна. При минерализации примерно в 200-300  $мг/дм^3$  эти воды содержат значительное количество органических веществ (до 100  $мг/дм^3$ ). ГВ представлены в основном гуминовыми и фульвовыми кислотами, относящихся к полифункциональным.

нальным соединениям (содержат:  $-\text{COOH}$ ;  $-\text{OH}$ ;  $-\text{NH}_2$ ;  $-\text{NH}$ ;  $-\text{P}(\text{OH})_3$  и др. группы). Поэтому металлы в воде находятся в виде комплексов с органическими лигандами и ассоциатов с органоминеральными коллоидами. Данные комплексные соединения прочны, обеспечивают высокий эффект снижения токсичности металлов в водной

среде, увеличивают сорбцию металлов донными осадками. Придонный ил русла Иртыша как на территории Казахстана, так и на территории России представлен мелкозернистым осадком (илистым, илисто-глинистым, тонкопесчано-глинистым), который даже без активации ГЗ является хорошим сорбентом металлов.

Таблица 2.

Среднегодовое содержание металлов по станциям водной системы Иртыш–Тобол за 2000-2004 г.г.

Год	Компонент	Концентрация в районе станции, мг/дм <sup>3</sup>					
		р.Тобол, д. Сорокино	устье р. Тобол, д. Медянки	р.Иртыш, д. Дурынино	р. Иртыш, Миссия	р. Иртыш, д. Вторые Салы	Средние значения
2000	медь	0,027	0,031	0,03	-	-	0,029
	железо	0,309	0,463	0,734	-	-	0,502
	хром	0,016	0,024	0,025	-	-	0,022
	кадмий	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	-	-	< 0,0005
2001	медь	0,022	0,034	0,025	0,027	-	0,027
	железо	0,179	0,195	0,174	0,102	-	0,162
	хром	0,032	0,037	0,035	0,030	-	0,034
	кадмий	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	-	< 0,0005
2002	медь	0,013	0,161	0,009	0,014	0,009	0,041
	железо	0,433	0,669	0,657	0,273	0,345	0,475
	хром	0,022	0,029	0,021	0,024	0,020	0,023
	кадмий	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
2003	медь	0,014	0,017	0,018	0,013	0	0,016
	железо	0,258	0,561	0,472	0,529	0,216	0,407
	хром	0,013	0,015	0,008	0,005	0	0,012
	кадмий	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
2004	медь	0,003	0,008	0,0009	0,0009	0	0,004
	железо	0,213	0,485	0,540	0,736	0,255	0,446
	хром	0,0017	0,0012	0	0	0	0,001
	кадмий	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
	кобальт	0,006	0,004	0,004	0,003	0,003	0,004
	свинец	0,014	0,005	0,002	0,002	0,003	0,005
	марганец	0,042	0,039	0,057	0,043	0,041	0,044

Повышенное содержание ионов железа ( $0,4-0,6 \text{ мг/дм}^3$ ) на исследуемой территории (табл.2, рис. 1, б) связано с “болотным” питанием рек и выносом “болотного” железа.

Косвенным признаком наличия загрязнений в виде органических веществ является показатель окисляемости воды. Измерения показали, что независимо от места отбора проб окисляемость колебалась в пределах  $18,7-25,9 \text{ мг/дм}^3 \text{ O}_2$  (3-й класс - не более  $15 \text{ мг/дм}^3$ ). Эти данные подтверждают необходимость мониторинга загрязнений Иртыш-Тобольского бассейна органическими веществами с установлением их качественного и количественного состава.

Для подтверждения самоочищаемости воды от металлов в лаборатории начали мониторинг водного бассейна с использованием рыб-индикаторов, выбор которых осуществляли с учетом таких показателей, как трофические уровни, частота встречаемости, коэффициент миграции, промысловое значение и так далее.

Таковыми индикаторами в речной системе Иртыш-Тобол для определения внутреннего накопления металлов служили щука, окунь, сибирская стерлядь. Выбор этих рыб в качестве индикаторов объяснялся следующим:

- максимальную дозу внутреннего накопления металлов получают хищные рыбы - щука и окунь,

находящиеся на высшем трофическом уровне.

- среди травоядных видов высокую дозу накопления получает сибирская стерлядь, которая относится к литофильной экологической группе. Для рыб этой группы характерно обитание в ранние периоды онтогенеза в донных отложениях. Другие травоядные виды рыб – язь, лещ, плотва, золотистый и серебристый караси относятся к фитофильной экологической группе, не контактирующей с донными отложениями и питающейся в толще воды фитопланктоном. Вследствие этого по сравнению с сибирской стерлядью накопление металлов в их организме минимально.

Исследование рыб-индикаторов также будет представлять особый интерес для изучения процесса адаптации организма к совместному воздействию ионов кадмия, кобальта, железа, марганца, меди, хрома, цинка (они относятся к группе критических загрязнителей). Любой живой организм реагирует на эмиссии аккумуляций особо высоких концентраций металлов изменениями в процессе метаболизма. Поэтому важно определить соотношение концентрации металлов и установить характер их длительного воздействия на организм.

Помимо определения количественного содержания ионов металлов в тканях рыб-индикато-

ров следующим этапом является определение качественного и количественного содержания нефтепродуктов, СПАВ в них, что особенно важно, так как рыба является одним из основных продуктов питания населения *Иртыш-Тобольского* водного бассейна.

### Заключение

Результаты химического мониторинга воды *Иртыш-Тобольского* бассейна показали, что:

1) содержание тяжелых металлов не превышает нормы. Это объясняется наличием природных сорбентов в донных отложениях;

2) высокое содержание железа, что наблюдается повсеместно по всему гидрогеологическому комплексу Западно-Сибирского артезианского бассейна;

3) повышенный уровень окисляемости, что, согласно литературным данным, обусловлено загрязненностью *Иртыш-Тобольского* водного бассейна техногенными компонентами органического происхождения (нефтепродукты, СПАВ), так как данный водный бассейн формируется реками Иртыш, Тобол, Исеть, Тавда, Тура, протекающих через промышленно развитые области: Курганскую, Омскую, Тюменскую, Свердловскую, Челябинскую.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Алекин О.А. Основы гидрогеохимии. Л.: Гидромет, 1970. 443 с.
2. Лосев К.С. Вода. М.: Гидрометеиздат, 1989. 272 с.
3. Справочник по свойствам, методам анализа и очистки воды, в 2 ч. Киев.: Наукова думка, 1980.

\* \* \* \* \*

---

#### THE DEFINITION OF CONCENTRATION OF METALS TO WATER SISTEM IRTISH-TOBOL G.S.Ashirbakieva, N.M.Prosvirkina, T.V.Rivkina

---

*Comparative of the Irtysh – Tobol valuing water system pollution with metals is given. Information about metals contents and their distribution in water depending on the place of sampling is presented. The conclusion is made that bottom precipitations are ideal natural adsorbents that provide selfpurification of water system from metals. The extent of water system selfpurification can be estimated by making a research of fish-indicators tissue aiming to find out metals contents.*

---